

---

**Titre :** Capteurs à fibre optique basés sur la réflexion de Fresnel : applications aux fibres à maintien de polarisation, aux fibres multimodes et à la spectroscopie

**Mots clés :** capteur de Fresnel, fibre biréfringente, fibre multimode, spectroscopie, diffusion de Mie

**Résumé :** La mesure de l'indice optique d'un milieu est un moyen d'obtenir des informations comme les éléments chimiques qui le composent, sa température ou sa pression. Le capteur dit de Fresnel, basé sur la mesure de la puissance réfléchie à l'extrémité d'une fibre optique monomode, est un moyen simple de réaliser des mesures d'indice optique, et est adapté à des mesures *in-situ* de réticulation ou de teneur en eau dans des structures composites. Néanmoins, ce capteur ponctuel ne permet de faire des mesures que sur une petite zone à l'extrémité de la fibre, le rendant très sensible aux perturbations locales.

Cette thèse étudie la possibilité d'utiliser des structures de fibres spéciales en tant que capteur de Fresnel, d'un point de vue théorique et expérimental, afin d'élargir le champ

de mesures possibles. Les fibres optiques biréfringentes sont d'abord considérées, avec l'objectif de réaliser des mesures d'anisotropie optique. Les fibres multimodes sont ensuite étudiées afin d'augmenter sensiblement le volume de mesure grâce à leur diamètre de cœur important, et de valider l'emploi de fibres plastiques à bas coût en tant que capteur de Fresnel. Enfin, l'utilisation de la spectroscopie sur un capteur de Fresnel est envisagée, avec l'objectif d'utiliser les possibles bandes d'absorption dans un milieu pour obtenir des informations supplémentaires sur ce dernier, ou bien de prendre en compte la diffusion de la lumière par des particules situées à l'extrémité de la fibre.

---

**Title:** Optical fiber sensors based on Fresnel reflection: application to polarization-maintaining fibers, multimode fibers, and to spectroscopy

**Keywords:** Fresnel sensor, polarization-maintaining fiber, multimode fiber, spectroscopy, Mie diffusion

**Abstract:** Refractive index measurement is a way to obtain information on a medium, such as the elements composing it, its temperature or its pressure. The so-called Fresnel sensor, based on the measurement of the reflected power at the end of a single-mode optical fiber, is a simple way to perform refractive index measurements, and is suitable for *in-situ* measurements of curing or water content in composite structures. Nevertheless, this point sensor only allows measurements on a small area at the end of the fiber, making it very sensitive to local disturbances.

This thesis investigates the possibility of using special fiber structures as Fresnel sensors, from a theoretical and experimental point of view, in order to widen the

field of possible measurements. Polarization-maintaining optical fibers are first considered, with the objective to realize optical anisotropy measurements. Multimode fibers are then studied in order to significantly increase the measurement volume thanks to their large core diameter, and to validate the use of low cost plastic fibers as Fresnel sensors. Finally, the use of spectroscopy on a Fresnel sensor is considered, with the objective of using the possible absorption bands in a medium to obtain additional information about it, or to take into account the scattering of light by particles located at the end of the fiber.